

## Pemberian Pupuk P Dan Zn Untuk Meningkatkan Ketersediaan P Dan Zn Di Tanah Sawah

*Application of P and Zn Fertilizer to Increase P and Zn Availability in Paddy Soil*

**Kiki Damayanti\*, Hamidah Hanum, Alida Lubis**

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan 20155

\*Corresponding author : [kdamayanti48@gmail.com](mailto:kdamayanti48@gmail.com)

### ABSTRACT

The aim of the research were to know the effect of phosphate fertilizer and zinc fertilizer and its interaction to increasing available of phosphate and available of zinc and the growth of rice (*Oryza sativa* L.) in paddy soil. The research was implemented at gauze and at laboratory Research and Technology of Agricultural Faculty of Sumatera Utara University Medan from April to September 2015. The research used Factorial Randomized Block Design with two factor and three replications. The first factor was phosphate fertilizer (SP-36) that was 0 ppm P, 40 ppm, 80 ppm P, 120 ppm P and the second factor was zinc fertilizer or zinc sulphate that was 0 ppm Zn, 1,5 ppm Zn, 3 ppm Zn, 4,5 ppm Zn. The result showed that aplication of phosphate fertilizer increase plant growth and phosphate available. P plant uptake was maximum in dosage 95,81 ppm P. Aplication of zinc fertilizer and interaction of two factors did not effect in plant growth and availability of phosphate and zinc.

---

*Keywords : phosphate fertilizer, zinc fertilizer, rice, paddy soil.*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek pemupukan P dan Zn serta interaksinya pada berbagai dosis terhadap ketersediaan P dan Zn serta pertumbuhan padi (*Oryza sativa* L.) di tanah sawah. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan, dimulai pada bulan April sampai September 2015. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama pupuk P (SP-36) yakni 0 ppm P, 40 ppm P, 80 ppm P, 120 ppm P dan faktor kedua pupuk Zn (  $ZnSO_4$  ) yakni 0 ppm Zn, 1,5 ppm Zn, 3 ppm Zn, 4,5 ppm Zn. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk P nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman dan ketersediaan P. Serapan P daun maksimum berada pada dosis 95,81 ppm P. Pemberian pupuk Zn dan interaksi kedua faktor tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan ketersediaan P dan Zn.

---

Kata kunci : Pupuk P, pupuk Zn, padi, tanah sawah

## PENDAHULUAN

Penerapan teknologi pertanian melalui program intensifikasi yang semakin meningkat memerlukan penerapan teknik budidaya pertanian yang tepat terutama pemupukan karena peningkatan mutu intensifikasi belum mampu mencapai produksi yang disebabkan oleh *levelling off* (Adiningsih *et al.*, 1993 dalam Juliati, 2008).

Padi sawah merupakan konsumen pupuk terbesar di Indonesia, sehingga efisiensi pemupukan sangat penting. Fenomena *leveling off* produksi padi pada setiap lokasi tertentu mengindikasikan efisiensi penggunaan pupuk semakin menurun sehingga mendorong perlunya rekomendasi teknologi spesifik lokasi, terutama pupuk (Abdulrachman *et al.*, 2009).

Menurut Subiksa *et al.*, (2007) berdasarkan PUTS (Perangkat Uji Tanah Sawah) rekomendasi pemupukan fosfat (P) (dalam bentuk SP-36) untuk padi sawah pada status P tanah rendah sebesar 100 kg/Ha, sedang sebesar 75 kg/ha, dan tinggi sebesar 50 kg/ha. Pemupukan P terus menerus pada sawah intensifikasi menyebabkan kejenuhan P dan unsur hara lain seperti Zn menjadi tidak tersedia.

Penggenangan tanah sawah terus-menerus dapat menurunkan ketersediaan hara mikro terutama Zn. Pemupukan P dengan takaran tinggi pada lahan sawah intensifikasi secara terus menerus juga akan mempercepat penurunan ketersediaan hara Zn. Terjadinya kekahatan Zn di lahan sawah sangat bersifat spesifik lokasi tergantung dari kandungannya dalam bahan induk, pH tanah, drainase, kadar bahan organik serta keadaan redoks tanah (Setyorini *et al.*, 2004).

Rekomendasi pemupukan Zn belum dapat dimantapkan, karena

respons tanaman padi sawah terhadap Zn bersifat spesifik lokasi dan sangat bergantung pada sifat tanah (Al Jabri, 2007). Pemupukan Zn kurang menjadi perhatian, sehingga petani sangat jarang sekali mengaplikasikan pupuk Zn namun menurut Doberman and Fairhurst (2000) rekomendasi pemupukan Zn adalah sebesar 5 - 10 kg Zn ha<sup>-1</sup> dalam bentuk ZnO, ZnCl, atau ZnSO<sub>4</sub>.

Ketersediaan hara Zn di dalam tanah rendah diduga karena pemupukan P yang tinggi secara terus menerus menyebabkan Zn diikat oleh P dalam bentuk senyawa ZnP. Permasalahan penelitian ini adalah berapakah dosis pemupukan P dan Zn untuk mencapai keseimbangan hara P dan Zn di dalam tanah yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman padi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara dan analisis dilakukan di Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan. Penelitian ini dimulai pada April 2015 sampai dengan September 2015.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang diulang 3 kali. Faktor I : Pupuk P (SP-36)  $P_0 = 0$  ppm P (setara dengan 0 g SP-36/pot),  $P_1 = 40$  ppm P (setara dengan 1,975 g SP-36/pot),  $P_2 = 80$  ppm P (setara dengan 3,95 g SP-36/pot),  $P_3 = 120$  ppm P (setara dengan 5,925 g SP-36/pot), Faktor II : Pupuk Zn (ZnSO<sub>4</sub>),  $Z_0 = 0$  ppm Zn (setara dengan 0 mL ZnSO<sub>4</sub>/pot),  $Z_1 = 1,5$  ppm Zn (setara dengan 5 mL ZnSO<sub>4</sub>/pot),  $Z_2 = 3$  ppm Zn (setara dengan 10 mL ZnSO<sub>4</sub>/pot),  $Z_3 = 4,5$  ppm Zn (setara dengan 15 mL ZnSO<sub>4</sub>/pot). Data hasil penelitian pada perlakuan yang

berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji beda rata-rata yaitu uji Duncan dengan taraf 5% dan 1 %.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh tanah sawah yang diambil secara komposit pada kedalaman 0-20 cm dari Desa Suka Beras Kabupaten Deli Serdang Kecamatan Perbaungan (Bujur Timur 501225, Lintang Utara 395190), kemudian tanah dimasukkan ke dalam ember setara 8 kg tanah kemudian dilakukan analisis awal yang meliputi pH tanah dengan metoda elektrometry (1 : 2,5), P-tersedia (Metoda Bray II), P-potensial (Metoda  $P_2O_5$  ekstrak HCl 25 %), Zn tersedia (Ekstrak  $CH_3COONH_4$ ) dan C-Organik (Metoda Walkley and Black), benih padi (*Oryza sativa* L.) varietas Ciherang, pupuk SP-36, bahan kimia  $ZnSO_4$ , pupuk dasar urea dan KCL sebagai sumber hara N dan K serta bahan kimia yang dipergunakan untuk keperluan analisis, cangkul, timbangan, ember, Bagan Warna Daun (BWD), spektrofotometer, AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), timbangan analitik, oven dan beberapa alat yang digunakan untuk analisis laboratorium.

Persemaian benih dilakukan sebelum penanaman. Pemupukan pertama N dilakukan sebelum tanam padi berumur 14 hari setelah pindah tanam. Pada pemupukan pertama ini BWD (Bagan Warna Daun) tidak perlu digunakan. Pemupukan N dengan dosis 50 kg urea/ha (2,4 g/pot) pada awal tanam. Pengukuran dengan BWD diawali pada 25-28 hari, dilanjutkan setiap 7 – 10 hari sekali sampai fase primordia. Pupuk K diberikan dengan dosis 100 kg KCl/ha (0,136 g/pot) seluruh K diberikan sebagai pupuk dasar atau bersamaan dengan pemberian pupuk N yang pertama. Pemupukan P diberikan seluruhnya pada saat pemupukan dasar pertama dengan dosis

sesuai perlakuan, dan pemupukan Zn dilakukan 14 hari sebelum penanaman sesuai dosis perlakuan. Benih yang telah disemai berumur 15 hari dipindahkan ke ember yang telah diisi tanah, dengan jumlah bibit 3 batang per lubang tanam dan dilakukan pengairan dan pengendalian OPT.

Pemanenan dilakukan setelah akhir masa vegetatif yaitu umur 60 hari yaitu saat sudah muncul daun bendera secara keseluruhan. Adapun parameter yang diamati meliputi pH tanah (metode Elektrometry 1 : 2,5), P - tersedia (metode Olsen), Zn tersedia (Ekstrak  $CH_3COONH_4$ ), jumlah anakan / pot, tinggi tanaman, bobot kering tajuk, bobot kering akar, kadar P tanaman (Dekstruksi Basah), kadar Zn tanaman (Dekstruksi Basah), serapan P (hasil kali kadar P daun dengan bobot kering tajuk), serapan Zn (hasil kali kadar Zn daun dengan bobot kering tajuk).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. pH tanah

Pemberian pupuk P dan Zn serta interaksinya tidak memberikan efek yang nyata terhadap pH tanah. Dari Tabel 1, nilai pH tanah hampir sama pada setiap perlakuan, namun pemberian pupuk P cenderung meningkat dari 6,37 pada  $P_0$  (0 ppm P) menjadi 6,69 pada  $P_3$  (120 ppm P). Pemupukan P tidak mempengaruhi pH namun sebaliknya pH tanah yang meningkat akibat reduksi ferri-fosfat menjadi ferro-fosfat dapat meningkatkan ketersediaan P. Hasil penelitian Huang *et al* (2013) menyatakan bahwa pH tanah dengan perlakuan P yaitu  $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$  tidak memberikan efek perbedaan yang nyata. Umartnate dkk (2014) menambahkan reaksi reduksi mengkonsumsi proton, sehingga pada umumnya pH tanah yang digenangi akan meningkat mendekati

netral. Kondisi reduktif akibat penggenangan dapat berpengaruh positif dalam peningkatan pH tanah sehingga pada penggenangan tanah banyak dilaporkan adanya kenaikan P tersedia.

## 2. P-tersedia

Pemberian pupuk P dan Zn nyata meningkatkan P tersedia di larutan tanah dari 46,17 ppm  $P_0$  (0 ppm P) menjadi 67,28 ppm  $P_3$  (120 ppm P). Hal ini dikarenakan dosis pupuk yang diberikan semakin tinggi. Hasil analisis awal diketahui P tersedia tanah yang diekstrak dengan Bray II berkadar P tinggi, selain itu kadar P dari pupuk SP-36 sebesar 36 %  $P_2O_5$  sehingga meningkatkan konsentrasi P dilarutan tanah yang menyebabkan ketersediaan P semakin meningkat pula. Ketersediaan P juga dipengaruhi oleh peningkatan pH tanah. Abdulrachman dan Sembiring (2006) mengatakan bahwa ketersediaan P meningkat setelah penggenangan, terutama karena terjadi reduksi ferifosfat ( $Fe^{3+}$ ) menjadi ferofosfat ( $Fe^{2+}$ ) yang melepaskan P.

## 3. Zn-tersedia

Pemberian pupuk P dan Zn serta interaksinya tidak memberikan efek yang nyata terhadap Zn-tersedia tanah. Berdasarkan Tabel 1, Pemberian pupuk P menurunkan Zn tersedia tanah dari 0,073 ppm pada 0 ppm P menjadi 0,046 pada perlakuan 80 ppm P, sedangkan pemberian pupuk Zn meningkatkan Zn tersedia tanah dari 0 ppm Zn menjadi 0,060 ppm Zn pada perlakuan 1,5 ppm Zn. Hal ini diduga karena pada analisa awal tanah memiliki status hara P yang tinggi yang menyebabkan berkurangnya

ketersediaan Zn di larutan tanah dan pemberian Zn yang rendah. Hasil penelitian Rehim *et al.*, (2014) aplikasi Zn pada tanaman padi memberikan efek yang nyata pada taraf 0-16 kg Zn/ha atau setara dengan 16 ppm Zn, sehingga dosis yang dipakai pada percobaan kurang maksimal untuk mencapai keseimbangan Zn di larutan tanah.

## 4. Jumlah Anakan

Pemberian pupuk P dan Zn serta interaksinya tidak memberikan efek yang nyata terhadap jumlah anakan, namun seiring dengan pemberian jumlah P yang meningkat ada kecenderungan peningkatan jumlah anakan. Jumlah anakan tertinggi akibat pemberian pupuk P yaitu pada dosis 120 ppm P. Sutoto (2008) menyatakan unsur P mempunyai peranan penting dalam proses pemanjangan dan pembelahan sel sehingga dengan tersedianya P yang cukup maka pembentukan RNA dan DNA pada inti sel tidak terhambat sehingga proses pembelahan sel juga berjalan lebih baik dan pembentukan anakan maksimal terhenti saat pembentukan anakan produktif.

## 5. Tinggi Tanaman

Dari Tabel 1, Pemberian pupuk P dan Zn serta interaksinya tidak memberikan efek yang nyata terhadap jumlah anakan. Tinggi tanaman hampir sama pada setiap perlakuan, namun pemberian 120 ppm P dapat meningkatkan tinggi tanaman sebesar 2,12 cm sedangkan pemberian pupuk Zn menurunkan tinggi tanaman dari 85,54 cm menjadi 84,08 cm pada perlakuan 3 ppm Zn. Perlakuan 4,5 ppm Zn merupakan perlakuan terbaik.

Tabel 1. Nilai Rataan pH, P-tersedia, Zn-tersedia, Jumlah Anakan dan Tinggi Tanaman akibat pemberian pupuk P dan Zn

| Perlakuan            | pH   | P tersedia (ppm) | Zn tersedia (ppm) | Jumlah Anakan (batang) | Tinggi Tanaman (cm) |
|----------------------|------|------------------|-------------------|------------------------|---------------------|
| Pupuk P (ppm)        |      |                  |                   |                        |                     |
| P <sub>0</sub> (0)   | 6,37 | 46,17 <b>d</b>   | 0,073             | 21,83                  | 84,25               |
| P <sub>1</sub> (40)  | 6,40 | 58,25 <b>c</b>   | 0,047             | 21,75                  | 84,04               |
| P <sub>2</sub> (80)  | 6,50 | 64,21 <b>b</b>   | 0,046             | 22,08                  | 84,42               |
| P <sub>3</sub> (120) | 6,69 | 67,28 <b>a</b>   | 0,050             | 24,08                  | 86,54               |
| Pupuk Zn (ppm)       |      |                  |                   |                        |                     |
| Z <sub>0</sub> (0)   | 6,65 | 53,90            | 0,044             | 21,83                  | 85,54               |
| Z <sub>1</sub> (1,5) | 6,40 | 56,85            | 0,060             | 23,00                  | 82,79               |
| Z <sub>2</sub> (3)   | 6,44 | 61,34            | 0,056             | 21,83                  | 84,08               |
| Z <sub>3</sub> (4,5) | 6,47 | 63,84            | 0,057             | 23,08                  | 86,83               |

Keterangan : Angka-angka pada baris yang diikuti huruf-huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf  $\alpha$  5 %.

Tabel 2. Nilai Rataan Bobot Kering Tajuk, Bobot Kering Akar, Kadar P, Serapan P, Kadar Zn dan serapan Zn akibat pemberian pupuk P dan Zn

| Perlakuan            | Bobot Kering Tajuk (g) | Bobot Kering Akar (g) | Kadar P (%)    | Serapan P (mg/tanaman) | Kadar Zn (%) | Serapan Zn (mg/tanama) |
|----------------------|------------------------|-----------------------|----------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Pupuk P (ppm)        |                        |                       |                |                        |              |                        |
| P <sub>0</sub> (0)   | 47,36 <b>b</b>         | 88,76                 | 0,23 <b>b</b>  | 109,68 <b>b</b>        | 0,00012      | 0,060                  |
| P <sub>1</sub> (40)  | 52,52 <b>ab</b>        | 87,99                 | 0,27 <b>ab</b> | 143,68 <b>a</b>        | 0,00010      | 0,054                  |
| P <sub>2</sub> (80)  | 56,54 <b>a</b>         | 53,00                 | 0,30 <b>ab</b> | 166,71 <b>a</b>        | 0,00011      | 0,062                  |
| P <sub>3</sub> (120) | 49,89 <b>ab</b>        | 72,08                 | 0,32 <b>a</b>  | 160,91 <b>a</b>        | 0,00014      | 0,068                  |
| Pupuk Zn (ppm)       |                        |                       |                |                        |              |                        |
| Z <sub>0</sub> (0)   | 51,48                  | 79,53                 | 0,27           | 138,00                 | 0,00013      | 0,063                  |
| Z <sub>1</sub> (1,5) | 51,32                  | 78,79                 | 0,28           | 143,42                 | 0,00015      | 0,074                  |
| Z <sub>2</sub> (3)   | 53,00                  | 70,92                 | 0,29           | 155,96                 | 0,00010      | 0,054                  |
| Z <sub>3</sub> (4,5) | 50,52                  | 72,59                 | 0,28           | 143,62                 | 0,00010      | 0,051                  |

Keterangan : Angka-angka pada baris yang diikuti huruf-huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf  $\alpha$  5 %.

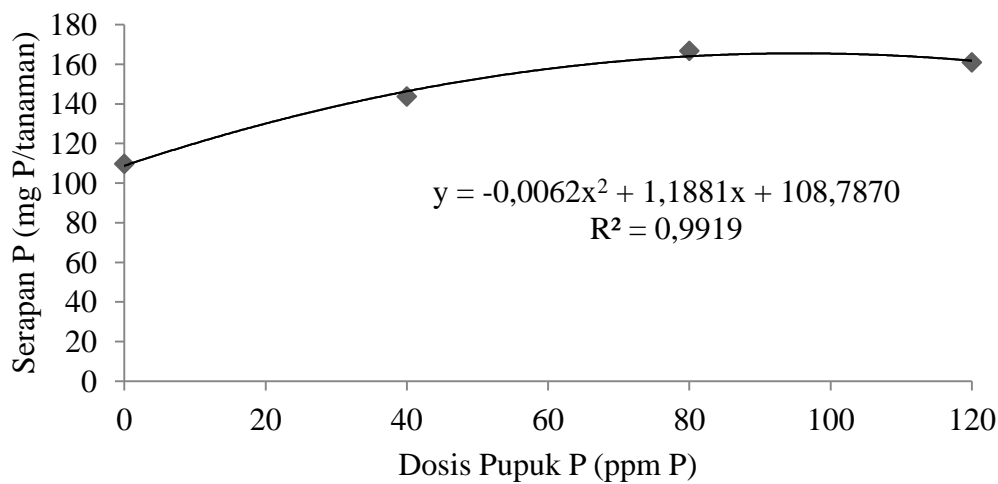
6. Berdasarkan Tabel 2, Pemberian pupuk P berpengaruh sangat nyata dalam meningkatkan kadar P tanaman, sedangkan pemerian pupuk Zn dan interaksi kedua faktor tidak memerikan efek yang nyata. Kadar P tanaman meningkat 0,23 % dari 0 ppm P hingga 120 ppm P. Meskipun tidak berbeda nyata antara perlakuan 40 ppm P, 80 ppm P dan 120 ppm P namun diantara

keempat perlakuan yang diuji, perlakuan 120 ppm P merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan kadar P tanaman. Sudaryono (2009) menjelaskan tanaman mengambil fosfor dari dalam larutan tanah dalam bentuk orthophosfat primer ( $H_2PO_4$ ) yang berasal dari pupuk, mekanismenya melalui proses *mass flow*.

## 7. Serapan P

Berdasarkan Tabel 2, Pemberian pupuk P berpengaruh sangat nyata dalam meningkatkan serapan P, sedangkan pemerian pupuk Zn dan interaksi kedua faktor tidak memerikan efek yang nyata. serapan P meningkat dari 0 ppm P menjadi 120 ppm P. Diantara keempat perlakuan yang diuji, tidak terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan namun perlakuan 80

ppm P memiliki serapan P tertinggi. Hasil penelitian Rehim *et al.*, (2014) menyatakan bahwa aplikasi P dan Zn dalam percobaan lapangan memberikan efek yang nyata terhadap kadar P dimana peningkatan kadar P tertinggi yaitu aplikasi P sebesar 120 kg TSP/ha dan Zn 16 kg ZnSO<sub>4</sub>/ha atau setara dengan 106,4 ppm P dan 16 ppm Zn di rumah kaca.



Gambar 1. Hubungan pemupukan P pada berbagai dosis terhadap serapan P

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa pemberian pupuk P sampai taraf 80 ppm P meningkatkan serapan P, namun dengan penambahan pupuk P menjadi 120 ppm P serapan P menurun. Dari persamaan grafik diatas serapan maksimum yaitu 165,69 mg P/tanaman pada dosis 95,81 ppm P.

## 8. Kadar Zn Tanaman

Dari Tabel 2, dapat dilihat bahwa pemberian pupuk Zn menurunkan kadar Zn tanaman dari 0,00013 % pada perlakuan 0 ppm Zn menjadi 0,00010 pada perlakuan 4,5 ppm Zn. Hal ini diduga karena pada analisa awal tanah memiliki status hara P yang tinggi yang menyebabkan berkurangnya ketersediaan Zn di larutan tanah dan pemberian Zn yang rendah.

Hasil penelitian Rehim *et al.*, (2014) aplikasi Zn pada tanaman padi memberikan efek yang nyata pada taraf 0-16 kg Zn/ha atau setara dengan 16 ppm Zn, sehingga dosis yang dipakai pada percobaan kurang maksimal untuk mencapai keseimbangan Zn di larutan tanah, sifat tanah awal dengan kadar P yang tinggi menyebabkan Zn kurang terlihat pengaruhnya pada tanaman. Unsur Zn akan berinteraksi dengan unsur makro terutama P yang menyebabkan kekahatan Zn dan biasanya terjadi pada tanah - tanah dengan kadar P tinggi atau pemakaian pupuk yang banyak.

## 9. Serapan Zn

Berdasarkan Tabel 2, meskipun pemberian pupuk Zn dan



interaksinya tidak memberikan efek yang nyata terhadap serapan Zn, namun dapat dilihat bahwa dengan penambahan dosis Zn dan P, serapan Zn semakin menurun. Serapan Zn terendah terdapat pada perlakuan 4,5 ppm Zn dan 120 ppm P sebesar 0,023 mg Zn/tanaman, sedangkan serapan Zn terendah terendah terdapat pada perlakuan 0 ppm Zn dan 120 ppm P sebesar 0,109 mg Zn/tanaman. Hal ini disebabkan karena bahan tanah sawah yang memiliki status hara P tinggi menyebabkan Zn terikat membentuk P-Zn.

### SIMPULAN

Pemberian pupuk P hingga 120 ppm P nyata meningkatkan ketersediaan P dan pertumbuhan tanaman. Serapan P maksimum berada pada dosis 95,81 ppm P, sedangkan pemberian pupuk Zn hingga 4,5 ppm Zn dan interaksi kedua faktor tidak berpengaruh terhadap ketersediaan Zn dan pertumbuhan tanaman.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrachman, S. dan H. Sembiring. 2006. Penentuan Takaran Pupuk Fosfat untuk Tanaman Padi Sawah. Iptek Tanaman Pangan No. 1. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Subang.
- Abdulrachman, S. Dan N.Agustian, dan H.Sembiring. 2009. Verifikasi Metode Penetapan Kebutuhan Pupuk Pada Padi Sawah Irigasi. Iptek Tanaman Pangan No. 1. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Subang.
- Dobermann, A. and T. Fairhurst. 2000. Rice : *Nutrient Disorders and Nutrient Management*. Handbook Series. Potash& Potassium Institute (PPI) and International Rice Research Institute (IRRI). Filipina.
- Huang, H., K.Wang, Z. Zhu, T. Li, Z.He, X. Yang, D.K.Gupta. 2013. *Moderate Phosphorus Application Enhances Zn Mobility And Uptake In Hyperaccumulator Sedum Alfredii*. Zhejiang University. *J. Environn Sci Pollut Res. Vol 20* (2844-2853).
- Juliati, S. 2008. Pengaruh Pemberian Zn Dan P Terhadap Pertumbuhanbibit Jeruk Varietas *Japanese Citroen* Padatanah Inseptisol.Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. *J. Hort.* 18(4):409-419
- Rehim, A., M. Zafar, M. Imran, M.A. Ali dan M.Hussain. 2014. *Phosphorus and zinc application improves rice productivity*. Department of Soil Science, Bahauddin Zakariya University Multan, Pakistan. *J.soil. sci. Vol.* (2)
- Setyorini, D., L.R. Widowati, dan S. Rochayati. 2004. Teknologi Pengelolaan Hara Tanah Sawah Intensifikasi. *Dalam Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*. Ed. Agus, F., A. Adimihardja, S. Hardjowigeno, A.M. Fagi, dan W. Hartatik. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Hlm.137—168.
- Subiksa, I.G.M., Ladiyani, dan D. Setyorini. 2007. Perangkat Uji Tanah Sawah. Balai Penelitian Tanah. Bogor
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol Pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. *J.tek.Ling. Vol 10*(3).
- Sutoto, S.B. 2008. Kajian Pemberian Pupuk Fosfat dan Saat

Pembenaman *Azolla* Terhadap  
Pertumbuhan dan Hasil Tanaman  
Padi Sawah. UPN Veteran.  
Yogyakarta. *J.Pert.Mapeta*.  
Vol.10 (3).  
Umaternate, G.R., J.Abidjulu,  
A.D.Wuntu. 2014. Uji Metode

Olsen dan Bray dalam  
Menganalisis Kandungan Fosfat  
Tersedia pada Tanah Sawah di  
Desa Konarom Barat Kecamatan  
Dumoga Utara. Unsrat. Manado.  
*J.Mipa.Unsrat*. Vol 3(1).